

DERWENT- 1998-492333

ACC-NO:

DERWENT- 199842

WEEK:

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Ultrasonic motor for driving rotation of e.g. magnetic disc, optical disc - has revolving shaft that rotates rotor contacted by stator since stator is sucked to rotor side by mutual magnetic pole

PATENT-ASSIGNEE: MATSUSHITA DENKI SANGYO KK[MATU]

PRIORITY-DATA: 1997JP-0016511 (January 30, 1997)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 10215590 A	August 11, 1998	N/A	007	H02N 002/00

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 10215590A	N/A	1997JP-0016511	January 30, 1997

INT-CL (IPC): G11B019/20, H02N002/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 10215590A

BASIC-ABSTRACT:

The motor has a stator (2) whose one surface is provided with a piezoelectric body (4) while the other surface is provided with a magnetic pole. One surface of a rotor (3) opposite the stator surface, which has magnetic pole, is provided with magnetic pole with reverse polarity with respect to the stator magnetic pole.

A revolving shaft (17) is penetrated in a central through-hole (6) and rotates the rotor. The rotor and stator contacts each other since stator is sucked to the rotor side by the mutual magnetic pole.

USE - For e.g lens moving apparatus of still camera.

ADVANTAGE - Reduces mechanical constraint of stator, thus improving motor efficiency. Reduces variation of normal mode of stator vibration, thus stabilising rotation of rotor.

CHOSEN- Dwg.1/11

DRAWING:

TITLE-TERMS: ULTRASONIC MOTOR DRIVE ROTATING MAGNETIC DISC OPTICAL
DISC REVOLVING SHAFT ROTATING ROTOR CONTACT STATOR
STATOR SUCK ROTOR SIDE MUTUAL MAGNETIC POLE

ADDL- STILL CAMERA LENS MOVING APPARATUS

INDEXING-

TERMS:

DERWENT-CLASS: T03 V06 W04

EPI-CODES: T03-F02; V06-M06D1; V06-U04A; W04-E02A3;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1998-385463

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-215590

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月11日

(51) Int.Cl.⁸ 識別記号

H 0 2 N 2/00

G 1 1 B 19/20

F I

H 0 2 N 2/00

G 1 1 B 19/20

C

D

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-16511

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月30日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 浜田 泰三

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 清水 克敏

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

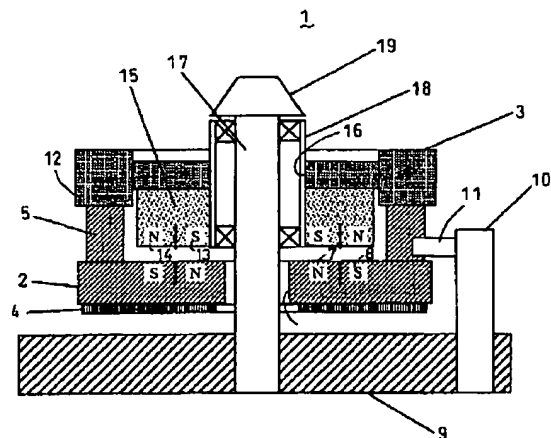
(74) 代理人 弁理士 岡田 和秀

(54) 【発明の名称】 ディスク回転駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 効率高く安定した回転が得られるようにする。

【解決手段】 圧電体4を貼り付けたステータ2と、同心円状の着磁パターンが形成された環状磁石15が固定されたロータ3と、ロータ3が回転するための回転軸17とを有し、ステータ2の環状磁石15に対向する面に環状磁石15の磁極パターン13, 14とは極性が反対で同様な形状の着磁パターン7, 8を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一面側に圧電体をまた他面側に磁極を備えたステータ手段と、このステータ手段との対向面に前記磁極とは極性が逆の磁極を備えたロータ手段とを有し、ロータ手段をその中心挿通穴に挿通した回転軸に回転可能に保持してなり、ステータ手段をロータ手段側に互いの磁極によって吸引させることによりロータ手段とステータ手段とを圧接させることを特徴とするディスク回転駆動装置。

【請求項2】 前記ステータ手段とロータ手段それぞれの磁極が、相対向する位置関係で同じ形状であることを特徴とする請求項1記載のディスク回転駆動装置。

【請求項3】 ステータ手段とロータ手段それぞれの磁極が径方向に異なる極性の磁極パターンを同心円状に配置してなるものであることを特徴とする請求項1または2記載のディスク回転駆動装置。

【請求項4】 ステータ手段の磁極は該ステータ手段に着磁されて形成されていることを特徴とする請求項1ないし3いずれか記載のディスク回転駆動装置。

【請求項5】 ステータ手段が中心から所定の半径の円周上に沿いつつロータ手段側に向かう複数の突起を備えており、これら複数の突起に係止してステータ手段を回転止めする回転止め構造を有していることを特徴とする請求項1ないし4いずれか記載のディスク回転駆動装置。

【請求項6】 ロータ手段の磁極が磁石で構成されていることを特徴とする請求項1ないし5いずれか記載のディスク回転駆動装置。

【請求項7】 圧電体を備えたステータ手段とこのステータ手段との対向面に磁極を備えたロータ手段とを有し、ロータ手段をその中心挿通穴に挿通した回転軸に回転可能に保持する一方、その回転軸をステータ手段の中心挿通穴に挿通させたうえでステータ手段の中心挿通穴と回転軸との間に弾性の位置規制部材を配置してなり、磁極により形成される磁界によってステータ手段をロータ手段側に吸引させることによりロータ手段とステータ手段とを圧接させる一方、ステータ手段を位置規制部材を介して回転軸方向に移動可能に支持することを特徴とするディスク回転駆動装置。

【請求項8】 圧電体を備えたステータ手段とこのステータ手段との対向面に磁極を備えたロータ手段とを有し、ステータ手段の中心挿通穴に回転軸を挿通させるとともにさらにロータ手段の中心挿通穴に挿通させてロータ手段をこの回転軸に回転可能に保持する一方、ロータ手段の中心挿通穴から突き出されている回転軸端部にディスク固定用ハブに係止可能としてなり、前記磁極によって形成される磁界によってステータ手段をロータ手段側に吸引させることによりロータ手段とステータ手段とを圧接させるとともに、前記磁界によりディスク固定用ハブをロータ手段側に吸引させてディスク固定用ハブを

ロータ手段に圧接させることを特徴とするディスク回転駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスクや磁気シートあるいは光ディスクなどのディスク状の情報記憶媒体を回転させるためのディスク回転駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、磁気ディスクや磁気シートあるいは光ディスクなどのディスク状の情報記憶媒体を回転させるディスク回転駆動装置においては、電磁型のモーターを使うのが一般的となっている。このような従来からの電磁型モーターとは別に最近いわゆる超音波モーターを用いたディスク回転駆動装置が知られている。超音波モーターは優れた起動特性と静音性とを有していることによって例えばスチルカメラのレンズ移動装置などに実用化されてきている。そこで、ディスク回転駆動装置に超音波モーターを応用することにより、これらの優れた特性によりディスク装置の性能向上や応用範囲の拡大などが期待される。

【0003】以下、進行波型超音波モーターの構造と駆動原理を簡単に説明する。

【0004】まず、超音波モーターの基本構造について図8を参照して説明すると、この超音波モーターはステータ50とロータ51とを有し、ステータ50の中心穴52にロータ51に固定された回転軸53が挿通される。ステータ50は下面に一樣な厚さで所要形状のパターンを有する圧電体54が張り付けられているとともに、上面には回転軸挿通穴52から所定の半径の円周上に沿ってロータ51側に向かう複数の突起55が形成されている。ロータ51は下面周縁に沿ってステータ50の前記突起55に対向した位置の円周上に沿う環状部56を有し、ロータ51に固定された回転軸53をステータ50の回転軸挿通穴52に挿通させることでロータ51とを上下に重ね合わせた状態でロータ環状部56がステータ突起55に相対向して圧接させられるようになっている。

【0005】このような構造を有する超音波モーターにおいてステータ50下面の圧電体54の形成パターンは、図9を参照して説明するように、回転軸挿通穴52中心に対してそれぞれが所定の中心角を有する扇型とされた第1駆動電極54aと第2駆動電極54bと第1センサ電極54cと第2センサ電極54dとに分かれて形成されており、第1駆動電極54aに $\xi A = \xi 0 \cos \omega t$ 、第2駆動電極54bに $\xi B = \xi 0 \sin \omega t$ という相対的に90度位相がずれた正弦波電圧が印加されることにより、図10を参照して説明するように圧電体54には白抜きの矢印で示すような曲げ振動の進行波が励起される。こうしたステータ50下面の圧電体54の曲げ

振動の進行波によってステータ50上面の突起55の先端は、ステータ50下面の圧電体54に励起された曲げ振動の進行波により楕円運動を行い、これによって、ステータ50の突起55にその環状部56が圧接されているロータ51は、ステータ50との間の摩擦力により楕円運動の頂点付近で黒抜き矢印方向に回転駆動されることになる。このようにしてロータ51が回転駆動される動作原理から明らかなように、進行波型超音波モータにおいては、圧電体54により励起された進行波の振幅が大きいほどステータ50の突起55の先端部が描く楕円の大きさが大きくなってロータ51の回転速度が大きくなっていくことになる。そして、効率良く進行波の振幅を大きくするには、圧電体54に加えられる正弦波電圧の周波数を、ステータ50の共振周波数近傍にとるのであるが、また、ステータ50においてはその振動を抑制する要因を可能な限り取り除くことが重要視されている。

【0006】超音波モータはこのような構造と動作原理とを有しているのであるが、図11で示すように特開平6-169581号公報に記述されている超音波モータが知られている。なお、以下の説明で用いる符号は同公報に記述のものとは異なる符号を付している。同公報において、ステータ60はハウジング61を介して固定台62にその中心部を固定されている。回転軸63とロータ64は鋼球65により固定台62に対して回転自在に支持される。ロータ64は圧着用バネ66（圧縮バネ）の復元力でライニング材67を介してステータ60に圧接されている。圧電素子68に駆動電圧を印加するとステータ60に曲げ振動の進行波が発生し、突起69の先端部の楕円運動によりライニング材67を介してロータ64を回転させる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記同公報のディスク回転駆動装置においては、ステータ60がハウジング61を介して基板とかシャーシである固定台62に機械的に固定されているので、ステータ60下面の圧電素子68が上述した原理で振動するのが妨げられてしまってモータの効率を悪くしているとともに、基板とかシャーシといった固定台62が変形などしたりするとステータ60にはその変形に伴う応力が加えられることによってその振動モードが変化させられ、結果としてロータ54はその回転数が不安定にさせられたり、場合によっては回転起動すらできなくなるといった課題のあるものであった。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のディスク回転駆動装置においては、ステータ手段に磁極を配置し、また、ロータ手段にもステータ手段との対向面に前記磁極とは極性が逆の磁極を配置することで、ステータ手段をロータ手段側に互いの磁極によって吸引可能とし、これ

によってロータ手段とステータ手段とを圧接させている。こうすることによって、ステータ手段はロータ手段以外には物理的に接触しているものをなくすることができる結果となるが、ステータ手段が回転軸に対して移動してそれぞれの磁極の位置関係にずれが発生するとステータ手段中心をロータ手段の回転中心に引き戻そうする作用力が発生する。そのため、ステータ手段の中心位置はロータ手段の回転中心に維持されることで、上述した課題を解決できることとなる。

10 【0009】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1記載の発明は、一面側に圧電体をまた他面側に磁極を備えたステータ手段と、このステータ手段との対向面に前記磁極とは極性が逆の磁極を備えたロータ手段とを有し、ロータ手段をその中心挿通穴に挿通した回転軸に回転可能に保持してなり、ステータ手段をロータ手段側に互いの磁極によって吸引させることによりロータ手段とステータ手段とを圧接させることを特徴とするディスク回転駆動装置であり、ステータ手段とロータ手段それぞれの磁極からの磁界の相互作用により、ロータ手段の磁極の中心すなわロータ手段の回転軸中心に対して、ステータ手段の磁極の中心すなわちステータ手段の中心が一致するという作用を有する。

20

【0010】本発明の請求項2記載の発明は、前記ステータ手段とロータ手段それぞれの磁極が、相対向する位置関係で同じ形状であることを特徴とする請求項1記載のディスク回転駆動装置であり、それぞれの磁極が同じ形状であることにより、ステータ手段の回転軸からの移動を規制して前記ステータ手段とロータ手段との中心の一致作用を確実にできる。

30

【0011】本発明の請求項3に記載の発明は、ステータ手段とロータ手段それぞれの磁極が径方向に異なる極性の磁極パターンを同心円状に配置してなるものであることを特徴とする請求項1または2記載のディスク回転駆動装置であり、同心円状に磁極が配置されていることによって、前記磁界の相互作用が強まり前記中心の一致作用が確実化されたものとなる。

40

【0012】本発明の請求項4記載の発明は、ステータ手段の磁極は該ステータ手段に着磁されて形成されていることを特徴とする請求項1ないし3いずれか記載のディスク回転駆動装置であり、ステータ手段の磁極を容易に正確な位置に形成できるから、ロータ手段の磁極との配置関係の精度が高められ、前記磁界の相互作用により前記中心の一致作用がより確実化されたものとなる。

50

【0013】本発明の請求項5記載の発明は、ステータ手段が中心から所定の半径の円周上に沿いつつロータ手段側に向かう複数の突起を備えており、これら複数の突起に係止してステータ手段を回転止めする回転止め構造を有していることを特徴とする請求項1ないし4いずれか記載のディスク回転駆動装置であり、ステータ手段が

ロータ手段に圧接された際に、ステータ手段が回転止め構造で回転止めされているのでロータ手段は円滑に回転することができる。

【0014】本発明の請求項6記載の発明は、ロータ手段の磁極が磁石で構成されていることを特徴とする請求項1ないし5いずれか記載のディスク回転駆動装置であり、ロータ手段の磁極が磁石であるので、磁極の構成が簡素化され、コストダウンが可能となる。

【0015】本発明の請求項7記載の発明は、圧電体を備えたステータ手段とこのステータ手段との対向面に磁極を備えたロータ手段とを有し、ロータ手段をその中心挿通穴に挿通した回転軸に回転可能に保持する一方、その回転軸をステータ手段の中心挿通穴に挿通させたうえでステータ手段の中心挿通穴と回転軸との間に弾性の位置規制部材を配置してなり、磁極により形成される磁界によってステータ手段をロータ手段側に吸引させることによりロータ手段とステータ手段とを圧接させる一方、ステータ手段を位置規制部材を介して回転軸方向に移動可能に支持することを特徴とするディスク回転駆動装置であり、位置規制部材により、ステータ手段の中心が回転軸の中心に一致する。

【0016】本発明の請求項8記載の発明は、圧電体を備えたステータ手段とこのステータ手段との対向面に磁極を備えたロータ手段とを有し、ステータ手段の中心挿通穴に回転軸を挿通させるとともにさらにロータ手段の中心挿通穴に挿通させてロータ手段をこの回転軸に回転可能に保持する一方、ロータ手段の中心挿通穴から突き出されている回転軸端部にディスク固定用ハブを係止可能としてなり、前記磁極によって形成される磁界によってステータ手段をロータ手段側に吸引させることによりロータ手段とステータ手段とを圧接させるとともに、前記磁界によりディスク固定用ハブをロータ手段側に吸引させてディスク固定用ハブをロータ手段に圧接させることを特徴とするディスク回転駆動装置であり、磁極によって形成される、ステータ手段を吸引する側と反対側の面の磁界を利用して、ディスク固定用ハブをロータ手段に吸引してチャッキングさせられる。

【0017】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0018】(実施の形態1) 図1ないし図4を参照して本発明の実施の形態1に係るディスク回転駆動装置について説明する。本発明ではディスク回転駆動装置として図8ないし図10を参照して説明した進行波型超音波モーターに適用して説明されるが、これと同形態のモーターにも本発明は適用できるものであることはもちろんである。図1はこのディスク回転駆動装置としての超音波モーターを側面からみた断面図であり、図2は図1の超音波モーターを構成する構成要素の1つであるステータの平面図であり、図3は同じく構成要素の1つであるロータに取り付けられた環状磁石の平面図であり、図4は

ステータの環状磁極をその平面からみた図である。

【0019】これらの図を参照して、この超音波モータ1は相対向する共にディスク形状のステータ2とロータ3とを有している。ステータ2の下面には圧電体4が張り付けられている。圧電体4の形成パターンは図9と同様でありまたそれによる動作原理は図10で説明したから、ここでの詳しい構造および動作原理の説明は省略される。

【0020】ステータ2の上面の周縁には複数の突起5が形成されている。これら各突起5それぞれはステータ2の上面から互いに同一の高さでかつステータ2の中心から所定の半径の円周上に沿って円周方向同一長さをもって互いに等間隔に配置されている。ステータ2はその回転軸挿通穴6の中心に対して同心円となるように2つの環状磁極7、8が着磁形成されている。なお、この環状磁極7、8に代えて通常の環状磁石をステータ2上面に固定したものでも構わない。ステータ2の内周側環状磁極7はS磁極とN磁極のうちの一方の磁極例えばN磁極であり、外周側環状磁極8は他方の磁極例えばS磁極である。内周側環状磁極7はステータ2の回転軸挿通穴6周縁から径方向に一定の径方向幅を有して環状に形成され、外周側環状磁極8はその内周側環状磁極7からさらに径方向に一定の径方向幅を有して環状に形成されている。シャーシとか基板などの固定台9には回転止め手段としてのボール10が植設固定され、そのボール10の先端部分には突起係止部材11がこれに一体にまたは固定されており、その係止部材11が各突起5の間に差し込まれることによってステータ2は回転止めされるようになっている。

【0021】ロータ3は周縁部分12がステータ2の突起5に上下の位置関係で相対向しており、この周縁部分12におけるステータ2の環状磁極7、8と対向する内側下面には同心円状にステータ2の内周側N磁極である環状磁極7と外周側S磁極である環状磁極8それぞれとは上下の位置関係で相対向するS磁極の環状磁極13とN磁極の環状磁極14それぞれを備えた環状磁石15が配備されている。このようにしてロータ3下面に固定された環状磁石15はその環状磁極13、14それぞれの極性がステータ2上面の環状磁極7、8それぞれの極性と異なっている。なお、この実施の形態1では環状磁極の数は2つであったが、1つであってもまた3つ以上であっても構わず、要するに、相対向するステータ2側とロータ3側の環状磁極が上下の位置関係で異なる極性関係にあればよい。

【0022】ロータ3の回転軸挿通穴16とステータ2の回転軸挿通穴6とは、これら挿通穴の内径よりも外径が小さくかつ下端側が固定台9に固定された回転軸17が挿通されているとともに、ロータ3の回転軸挿通穴16と回転軸17の間にはロータ3を回転軸17に回転自在に支持するベアリング機構18が組み込まれてお

り、かつ、回転軸17上端にはベアリング機構18を軸方向に固定する固定キャップ19が取り付けられている。こうしたステータ2とロータ3それぞれの環状磁石からの磁界構成によってステータ2はロータ3のみから吸引力を受けてステータ2の突起5がロータ3の周縁部分12に圧接されることになる。

【0023】そして、上記構成を備えた超音波モータにおいてはステータ2はロータ3以外には機械的に接触している物が全くないので、ステータ2は回転軸17に垂直な方向に移動してしまう可能性があるものの、ステータがそのように移動するとロータ3下面の環状磁石15の環状磁石13、14それぞれと、ステータ2の環状磁石7、8それぞれとの位置関係にズレが生じてしまうことになるから、このようなステータ2の移動がある場合ではステータ2にその中心をロータ3の回転中心に引き戻そうとする力が発生する結果、そのようなステータ2の回転軸17に垂直な方向の移動はなくなる。

【0024】こうして、ステータ2下面の圧電体4が上述したようにして駆動されてステータ2上面周縁の突起5において進行波が励起して、ロータ3の周縁部分12がこの突起5に圧接していることでロータ3がステータ2に対して滑りながら回転すると、前記力によってステータ2の中心は再び回転中心に引き戻される。このようにして、機械的な要素を全く用いることなくステータ2の中心位置はロータ3の回転中心に常に維持されることになる。

【0025】このように本実施の形態1によれば、ロータ3以外に、ステータ2に機械的に接触する物を全くなくすることができることになる結果、ステータ2の曲げ振動を拘束する余計な物が無いので振動の振幅が大きく、モータとしての効率が高くなるうえ、シャーンなどの固定台9の変形などの影響を全く受けないことからステータ2の振動モードが安定し、常に安定した回転が得られるものになる。

【0026】(実施の形態2)図5を参照して本発明の実施の形態2に係る超音波モータについて説明する。図5はその超音波モータをその側面からみた断面図である。図5において図1と対応する部分については同一の符号を付し、同一の符号に係る部分についての詳しい説明は省略する。本実施の形態2においては、ステータ2中心を回転軸17の中心近傍に規制する作用を持つ弾性体としてのゴムブッシュを位置規制部材20として回転軸17とステータ2の回転軸挿通穴6の内周壁との間に配備している。上述の実施の形態1においては、環状磁石からの磁界により形成される磁力によりステータ2の位置決めを行っているのであるが、本実施の形態2では位置規制部材20が有するゴムの弾性力を利用している。実施の形態1のようにステータ2の位置決めのために磁力を使う方法は理想的であるが、ステータ2にも着磁を施して環状磁石7、8を形成しなければならず、コ

ストアップにつながるおそれがある。本実施の形態2によれば、ステータ2の振動は位置規制部材20によって機械的に弱い拘束を受けるが、従来の回転駆動装置のようにシャーンなどの固定台9に固定される場合に比較すればその拘束力は極めて小さい。したがって、実施の形態1と同様に、モータの回転効率が高くなり常に安定した回転動作を達成することができる。

【0027】(実施の形態3)図6および図7を参照して本発明の実施の形態3の超音波モータについて説明する。本実施の形態3の超音波モータにおいては、情報記録ディスク21が固定されたハブ22をSPCCなどの磁性鋼板で構成する一方で、ロータ3をPOMなどの非磁性材料で構成していることでロータ3の上面側に環状磁石15からの磁界Aが漏れるようにしている。そして、図6から図7のようにハブ22を回転軸17に挿入させると、磁性鋼板のハブ22は環状磁石15からの漏れ磁界Aによりロータ3側に吸引されロータ3に圧接されるので、ディスク21をロータ3と共に回転駆動させることができる。したがって、本実施の形態3によれば、ステータ2を吸引する環状磁石15の漏れ磁界を利用して情報記録ディスク21のチャッキングも行うことができ、ディスク回転駆動装置としてその構成を簡素にすることができ、コストの削減が計られる。

【0028】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ロータ手段とステータ手段それぞれの磁極によりロータ手段側にステータ手段を吸引させることによってロータ手段とステータ手段とを圧接するようにしたことにより、ステータ手段の機械的拘束を極めて減らせることができる結果、ステータ手段の振動が抑制されずモータの効率を高くできるうえ、ステータ手段の固有振動モードの変化がきわめて少ないので、常に安定した回転が得られるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の超音波モータを側面からみた断面図

【図2】同実施の形態1のステータの回転止めを説明するためのステータの平面図

【図3】同実施の形態1の環状磁石の着磁パターンを示す図

【図4】同実施の形態1のステータの着磁パターンを示す図

【図5】本発明の実施の形態2の超音波モータを側面からみた断面図

【図6】本発明の実施の形態3の超音波モータを側面からみた断面図

【図7】図6に対応するもので同実施の形態3の動作説明用の断面図

【図8】超音波モータの基本構成を説明するための部分破断斜視図

【図9】圧電体の構成を説明するステータを下面からみた図

【図10】超音波モーターの動作原理を説明する図

【図11】従来のディスク回転駆動装置の構成を示す断面図

【符号の説明】

2 ステータ

3 ロータ

4 圧電体

5 突起

6 回転軸挿通穴

7, 8 環状磁極

10 回転止めボール

12 周縁部分

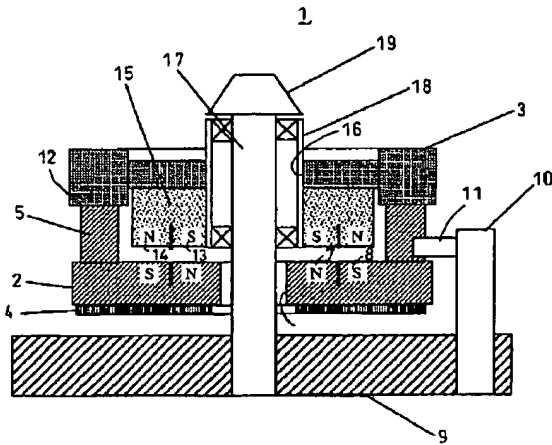
13, 14 環状磁極

15 環状磁石

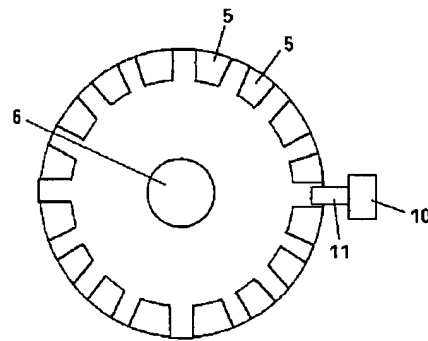
16 回転軸挿通穴

17 回転軸

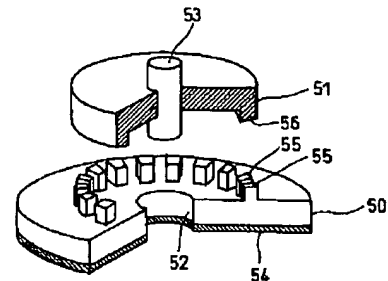
【図1】



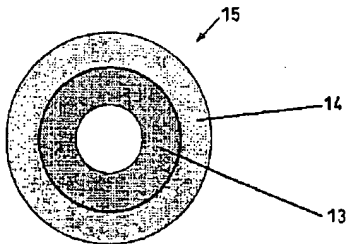
【図2】



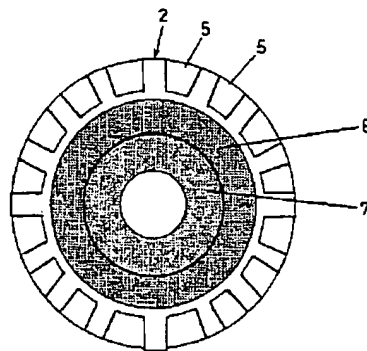
【図8】



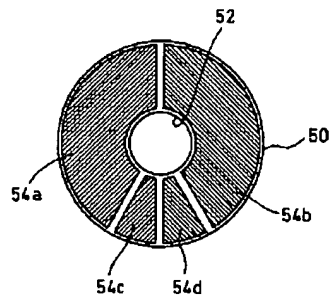
【図3】



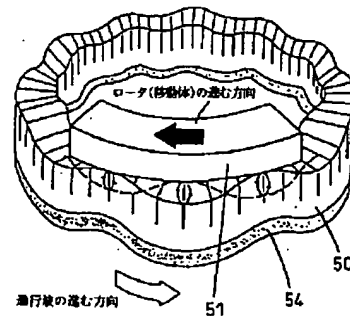
【図4】



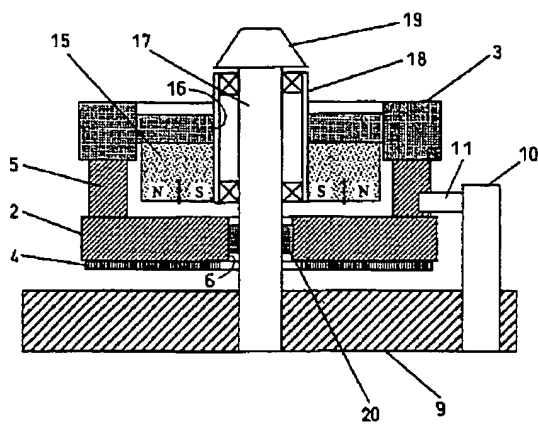
【図9】



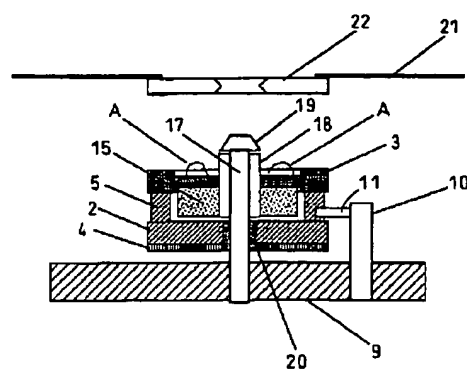
【図10】



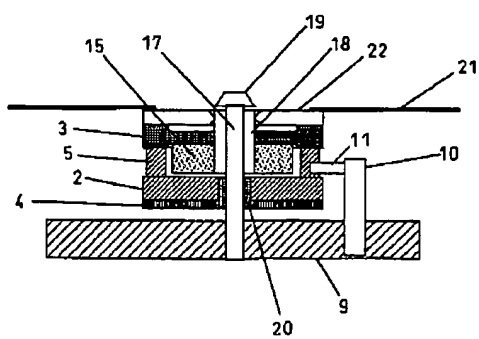
【図5】



【図6】



【図7】



【図11】

